

## PENGUNAAN *SOLVER ADD-INS* DALAM PENGALOKASIAN DISTRIBUSI BARANG DENGAN TOTAL BIAYA DISTRIBUSI MINIMUM

Mbayak Ginting

STIE Mikroskil Medan

Jl. Thamrin No. 112, 124, 140 Medan 20212

mbayak@mikroskil.ac.id

### Abstrak

Persoalan transportasi yang tidak dikelola dengan baik dapat mempengaruhi harga jual barang yang diakibatkan tingginya biaya pengangkutan untuk mendistribusikan barang tersebut. Para ahli telah menciptakan metode optimisasi yang dapat digunakan untuk mengetahui cara pengalokasian yang terbaik (optimal). Namun metode ini tidak mudah digunakan apabila dilakukan secara manual apalagi bagi orang yang tidak memiliki latar belakang pendidikan yang sesuai. Dalam kasus seperti ini sangat dibutuhkan penggunaan komputer. Salah satu aplikasi yang dapat digunakan dan mudah didapat adalah *solver add-ins* yang terdapat pada *microsoft excel*. Solver ini sudah diuji keakuratannya dan dapat digunakan dalam menganalisis kemungkinan perubahan keputusan akibat perubahan-perubahan pada data biaya maupun data kuantitas distribusi.

**Kata Kunci :** *Model transportasi, Solver add-ins, distribusi, optimal*

### 1. Pendahuluan

Perusahaan yang bergerak di bidang perdagangan barang maupun perusahaan manufaktur tidak terlepas dari aktivitas distribusi. Bagi perusahaan yang memiliki saluran distribusi yang luas serta memiliki tempat penyimpanan (gudang) barang lebih dari 1 (satu) akan terdapat beberapa alternatif cara pengalokasian barang. Pemilihan cara pengalokasian barang untuk didistribusikan bertujuan untuk meminimumkan total ongkos distribusi, namun seluruh saluran distribusi atau pelanggan dapat dipenuhi permintaannya (*demand*). Saluran distribusi merupakan suatu jalur yang dilalui oleh arus barang-barang dari produsen ke perantara dan akhirnya sampai pada pemakai [1]. Dalam penyampaian barang tersebut sudah barang tentu dilakukan melalui transportasi, baik melalui darat, udara maupun laut. Transportasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber (gudang) yang menyediakan produk yang sama atau sejenis ke tempat tujuan secara optimal. Kasus seperti ini dapat dimodelkan dengan model transportasi serta dapat diselesaikan dengan teknik penyelesaian persoalan transportasi.

Salah satu model dalam model optimisasi adalah model transportasi. Model transportasi merupakan model matematika dan merupakan tipe khusus dalam model program linier (*linear programming*). Selain model transportasi, juga termasuk dalam tipe khusus model transportasi adalah model *transshipment* dan model *assignment* (penugasan) dapat digunakan dalam mendukung pengambilan keputusan dengan hasil optimum, sehingga dalam pemodelan dan analisis pada *decision support system*, model *linear programming* sangat luas digunakan [2]. Pemodelan matematika serta penggunaan teknik matematika membutuhkan keahlian sehingga tidak semua orang dapat menggunakannya. Bagi orang yang memiliki keahlian dalam bidang tersebut juga masih memiliki kendala yakni membutuhkan waktu lama dan

ketelitian yang tinggi. Bahkan ada beberapa peneliti berusaha mengembangkan aplikasi untuk menyelesaikan masalah transportasi secara komputerisasi dan masih ada menggunakan cara manual. Misalnya Aeron Krisnadi dan Samuel Lukas mengembangkan aplikasi dengan bahasa pemrograman [3], sedangkan Rozin Fathur Rahman menggunakan cara manual dalam skripsinya [4].

Pada tulisan ini penulis menggunakan *solver add-ins* dalam menyelesaikan persoalan transportasi dalam rangka pendistribusian barang. Penulis memilih solver ini karena tidak membutuhkan biaya, tidak perlu dibangun, tidak sulit digunakan serta mudah didapat yakni solver add-ins pada MS Excel.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1. Persoalan Transportasi

Yang dimaksud persoalan transportasi dalam tulisan ini adalah dalam rangka pendistribusian barang, dan bukan yang berhubungan dengan persoalan transportasi di kota-kota besar. Persoalan transportasi sangat krusial mengingat masalah ini dapat mempengaruhi harga jual barang. Contoh kasus nyata dalam persoalan ini adalah distribusi beras di Jawa Timur. Propinsi ini memiliki 24 wilayah penghasil beras, sedangkan 6 wilayah tidak menghasilkan beras dan membutuhkan *supply* (pasokan) beras [4]. Wilayah yang kelebihan pasokan (*exes supply*) sebagai sumber sedangkan wilayah kekurangan pasokan beras (*exes demand*) sebagai tujuan transportasi.

Pentingnya efektifitas sistem transportasi dapat dilihat dari berbagai hal berikut ini [5] :

#### 1). Persaingan yang lebih besar

Dengan perkembangan system transportasi yang kurang memadai, cakupan pasar terbatas hanya area atau wilayah disekitar tempat produksi. Contoh : Dalam banyak pasar, buah-buahan segar, sayuran, dan produk-produk lainnya yang bersifat mudah rusak hanya tersedia pada waktu-waktu tertentu sesuai pola pertumbuhan musiman dan kurangnya kondisi pertumbuhan yang baik. Sebuah system transportasi yang efektif dan efisien dapat menangani masalah ini.

#### 2). Skala Ekonomi

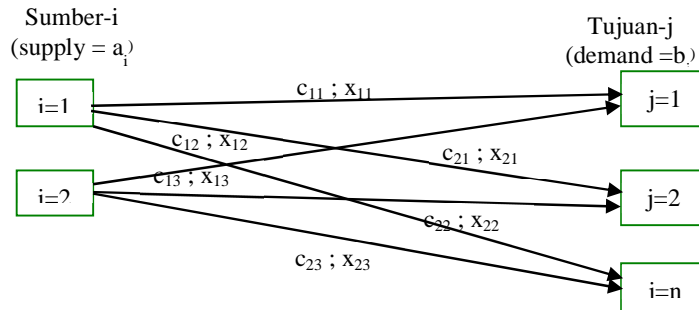
Semakin besar lingkup pemasaran dapat menyebabkan harga produksi yang rendah. Dengan semakin besarnya volume yang disediakan dalam pangsa pasar ini , Intensitas kemampupakaan dapat diciptakan dari fasilitas produksi dan keahlian dari buruh. Sebagai tambahan transportasi yang tidak mahal juga dapat merangsang pertumbuhan dari pasar dan produksi.

#### 3). Pengurangan Harga

Transportasi yang murah juga dapat memberikan kontribusi terhadap pengurangan harga produk. Ini terjadi bukan hanya karena peningkatan persaingan dalam pangsa pasar tapi juga karena transportasi adalah sebuah komponen harga dari produksi, penjualan, dan harga distribusi lain yang dapat membuat perbedaan dalam biaya produksi.

### 2.2. Model Transportasi

Model transportasi dapat digambarkan dalam model diagram serta dapat pula dimodelkan menjadi model matematika. Bila diasumsikan ada 2 sumber (tempat dimana barang tersedia) dan 3 tujuan atau *destination* (tempat dimana ada permintaan barang), maka secara diagram dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram model transportasi  
Sumber : modifikasi dari [6].

Dari gambar ini diketahui bahwa ada 6 variabel yaitu  $x_{11}$  sampai dengan  $x_{23}$ . Variabel  $x_{ij}$  ( $i=1,2$  dan  $j=1,2,3$ ) ini merupakan jumlah barang yang didistribusikan dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$ . Sebagai parameter model adalah  $a_i$ ,  $b_j$  dan  $c_{ij}$ . Parameter  $a_i$  adalah jumlah supply dari sumber ke- $i$ , sedangkan  $b_j$  menunjukkan besarnya kebutuhan atau permintaan (*demand*) dari tujuan ke- $j$ . Parameter  $c_{ij}$  berupa ongkos per-unit dari sumber ke- $i$  ke tujuan ke- $j$ . Dengan demikian dapat dimodelkan menjadi model matematika sebagai berikut : [7]

$$\text{Total ongkos minimum : } Z_{\min.} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan pembatas : } & \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n \\ & x_{ij} \geq 0 \text{ untuk semua } i \text{ dan } j \end{aligned}$$

### 2.3. Metode Penyelesaian Persoalan Transportasi

Ada beberapa teknik atau metode yang sudah dikembangkan para ahli untuk mendapatkan solusi optimum atau total ongkos pengiriman yang minimum. Metode ini dibagi atas dua kelompok, yaitu metode untuk menentukan solusi awal dan metode untuk menghitung solusi optimum. Ada 3 metode untuk solusi awal yaitu metode *north-west corner* (metode pojok kiri atas – pojok kanan bawah), metode *list cost* (metode ongkos terkecil) dan metode pendekatan vogel (*vogel's approximation method*). Solusi optimum dapat dicari dengan metode stepping stone dan MODI (*Modified Distribution Method*) [6].

### 2.4. Solver Add-Ins

Solver add-ins adalah *Microsoft Excel add-in*, program ini secara otomatis ter-install ketika Microsoft Office atau Excel di-install. Untuk menggunakannya dalam Excel, harus mengaktifkannya terlebih dahulu.

1. Klik pada *File* tab, klik *Options*, dan kemudiah klik *Add-Ins category*.
2. Dalam kotak *Manage*, klik *Excel Add-ins*, kemudian klik *Go*. Kotak dialog *Add-Ins* akan muncul
3. Pada kotak *Add-Ins* dicentang dan kemudian klik *OK*.

Bila tidak ditemukan solver add-ins maka harus dilakukan penginstalan.

Langkah-langkah dalam penggunaan solver add-ins (setting solver) : [8]

1. *Set Target Cell*: The Target Cell berisi kuantitas atau jumlah yang dioptimumkan yaitu nilai fungsi tujuan. Untuk menentukan letak Target Cell, klik pada sel yang sudah ditentukan atau ketik nama selnya.

2. *Equal To*: Menentukan arah optimasi, bila kasusnya biaya maka dipilih Min sedangkan apabila kasusnya keuntungan maka dipilih Max.
3. *By Changing Cells*: Disini diisi dengan sel pada sheet dimana akan ditampilkan nilai variabel. Nilai variabel ini lah yang akan mengoptimumkan fungsi tujuan.
4. *Subject to the Constraints*: Tentukan kendala dengan mengklik tombol Add, kemudian masukkan fungsi kendala dengan mengisi sel sebelah kiri, pilih = atau  $\leq$  atau  $\geq$  (sesuai fungsi pembatas/kendala) kemudian isi sel sebelah kanan. Setelah seluruh kendala fungsional dimasukkan, tekan tombol OK. Pastikan pula telah menyentang pembatas non-negatif.

### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan studi kepustakaan dengan tahapan yang ditempuh sebagai berikut :

- a. Mengidentifikasi permasalahan. Bertujuan untuk mendapatkan permasalahan yang dihadapi dalam penyelesaian persoalan transportasi dalam rangka pendistribusian barang.
- b. Mengidentifikasi aplikasi penyelesaian masalah. Bertujuan untuk mengetahui aplikasi yang tersedia yang dapat digunakan.
- c. Memilih aplikasi. Dalam tahap ini penulis menentukan salah satu aplikasi yang *user friendly*, biaya rendah, dan mudah diperoleh. Dalam hal ini dipilih solver add-in.
- d. Memilih kasus untuk diselesaikan. Kasus yang dipilih adalah kasus yang sudah ada solusi baik diselesaikan secara manual ataupun menggunakan aplikasi lain.
- e. Setting solver add-ins. Pada tahap ini dilakukan pengaktifan solver add-ins, kemudian mengatur sel excel tempat penginputan data dan hasil perhitungan, penulisan formula serta setting pembatas model dan terakhir menampilkan hasil dengan menekan tombol solve.
- f. Penyelesaian kasus. Penggunaan solver add-ins dalam menyelesaikan kasus yang dipilih.
- g. Melakukan analisis sensitivitas. Analisis sentisitivitas bertujuan untuk mengetahui apakah solusi optimum semula masih dapat bertahan apabila terdapat perubahan data. Data yang dimiliki dalam bisnis sering terjadi perubahan, misalnya keuntungan sebuah produk, ketersediaan sumber daya, dan lain-lain. Oleh sebab itu perlu ditelusuri / dianalisis akibat dari perubahan data tersebut terhadap solusi sebelumnya.

### 4. Implementasi dan Pembahasan

#### 4.1. Implementasi Solver Add-Ins

Langkah-langkah yang ditempuh dalam implementasi solver add-ins adalah sebagai berikut :

1. Menjalankan MS. Excel
2. Setting sel untuk menempatkan data dan hasil perhitungan
3. Menuliskan formula dalam perhitungan

Artikel penggunaan solver add-ins

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Matrks Ongkos :												
2				Tujuan (Destination)									
3				D1	D2	D3	D4						
4			S1										
5			S2										
6			S3										
7	Matrk												
8				Tujuan (Destination)									
9				D1	D2	D3	D4	Supply	Disalurkan				
10			S1										
11			S2										
12			S3										
13			Demand										
14			Dipenuhi	0	0	0	0						
15	Total ongkos pendistribusian :												
16													
17													
18													

Gambar 2. Tampilan matriks transportasi pada sheet excel

## 4. Memasukkan data

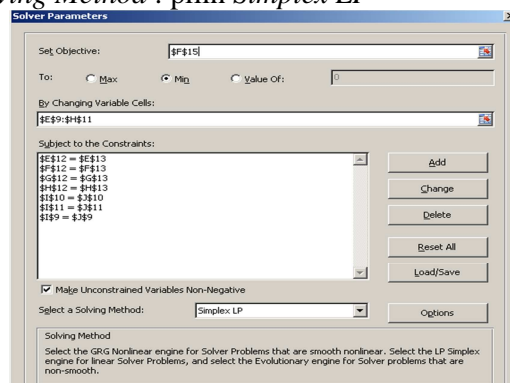
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Matrks Ongkos :				Tujuan (Destination)									
			Sumber		D1	D2	D3	D4					
			S1		19	30	50	12					
			S2		70	30	40	60					
			S3		40	10	60	20					
Matrk				Tujuan (Destination)									
Transportasi				D1	D2	D3	D4	Supply	Disalurkan				
			S1					7	0				
			S2					10	0				
			S3					18	0				
			Demand	5	8	7	15						
			Dipenuhi	0	0	0	0						
Total ongkos pendistribusian :													

Gambar 3. Tampilan matrik setelah berisi data dan formula

## 5. Menjalankan solver melalui menu data.

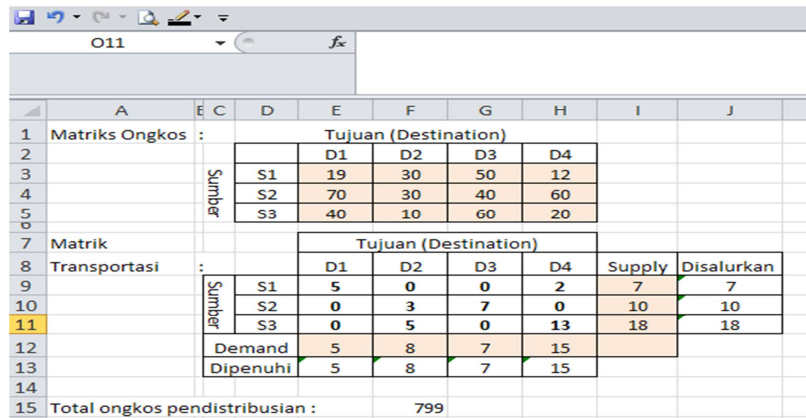
## 6. Setting solver.

- Pada *set\_objective* diisi : \$f\$15 atau sel dimana total ongkos akan ditampilkan oleh solver.
- Pada *To* : pilih Min
- Pada *By Changing Variable Cells* diisi dengan : \$e\$9:\$h\$11. Pengisian sel ini dapat dilakukan dengan memblok dari sel e9 sampai h11. Sel e9 sampai sel h11 akan diisi oleh solver berupa jumlah barang yang didistribusikan.
- Subject to the Constraints* : dibagian ini dituliskan pembatas fungsional dari model. Hal ini dapat dilihat pada matrik transportasi yaitu jumlah supply tiap baris harus sama dengan jumlah disalurkan, demikian juga jumlah demand harus sama dengan jumlah dipenuhi.
- Check list* pada *Make Unconstrained Variables Non-Negative*
- Select Solving Method* : pilih *Simplex LP*



Gambar 4. Tampilan setting solver add-ins

- g. Menampilkan hasil dengan menekan tombol *Solve*. Bila ingin ditampilkan secara iteratif maka sebelum menekan tombol *solve* terlebih dahulu *check list* pada *Show Iteration Results* melalui tombol *option*.



		Tujuan (Destination)					
		D1	D2	D3	D4		
Sumber	S1	19	30	50	12		
	S2	70	30	40	60		
	S3	40	10	60	20		
Matriks		Tujuan (Destination)					
Transportasi		D1	D2	D3	D4	Supply	Disalurkan
Sumber	S1	5	0	0	2	7	7
	S2	0	3	7	0	10	10
	S3	0	5	0	13	18	18
Demand		5	8	7	15		
Dipenuhi		5	8	7	15		
Total ongkos pendistribusian :		799					

Gambar 5. Tampilan matrik setelah eksekusi solver add-ins

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa total biaya pendistribusian yang minimum sebesar 799 dengan distribusi barang sebagai berikut :

- Dari S1 didistribusikan sebanyak 5 satuan ke D1 dan 2 satuan ke D4
- Dari S2 didistribusikan sebanyak 3 satuan ke D2 dan 7 satuan ke D3
- Dari S3 didistribusikan sebanyak 5 satuan ke D2 dan 13 satuan ke D4.

## 4.2. Pembahasan

### 1. Pengujian Solver

Data yang digunakan dalam kasus ini adalah data yang bersumber dari sebuah tulisan, dan datanya ditampilkan pada gambar 6 berikut ini.

Consider the transportation problem presented in the following table.

		Distribution centre				
		D1	D2	D3	D4	Supply
Plant	P1	19	30	50	12	7
	P2	70	30	40	60	10
	P3	40	10	60	20	18
Requirement		5	8	7	15	

Determine the optimal solution of the above problem.

Gambar 6. Matrik data yang digunakan

Sumber:[9]

<http://www.universalteacherpublications.com/univ/ebooks/or/Ch5/modiex.htm>

Hasil pengolahan data tersebut dengan metode matrix minimum method dan MODI diperoleh cara pendistribusian dengan ongkos minimum yang ditampilkan pada gambar 7.

Table 7

		Distribution centre				Supply	$u_i$
		D1	D2	D3	D4		
Plant	P1	19   5	28   30	38   50	12   2	7	0
	P2	23   70	30   3	40   7	20   60	10	28
	P3	13   40	10   5	40   60	20   13	18	8
Requirement		5	8	7	15		
$v_j$		19	2	12	12		

Since all the current opportunity costs are non-negative, this is the optimal solution.

The minimum transportation cost is:  $19 \times 5 + 12 \times 2 + 30 \times 3 + 40 \times 7 + 10 \times 5 + 20 \times 13 = \text{Rs. } 799$

Gambar 7. Matrik pendistribusian optimum

Sumber:[9]

<http://www.universalteacherpublications.com/univ/ebooks/or/Ch5/modiex.htm>

Dengan membandingkan kedua solusi ini ternyata dengan solver add-ins sudah teruji keakuratannya.

## 2. Kekurangan solver

Solver ini masih memiliki kelemahan dalam hal jumlah supply tidak sama dengan jumlah demand. Kelemahan tersebut adalah tidak dapat dilakukan secara otomatis penambahan sumber atau tujuan *dummy* untuk penyeimbangan supply dengan demand. Hal ini harus dilakukan secara manual. Bila jumlah supply > demand, maka harus ditambahkan satu kolom sebagai tujuan *dummy* dengan daya tampung sebesar jumlah supply dikurangi dengan jumlah demand. Bila sebaliknya, maka akan ditambahkan baris baru sebagai sumber *dummy* dengan jumlah supply sebesar selisih jumlah demand dengan jumlah supply. Sedangkan pada matrik ongkos dibuat ongkos perunit sama dengan nol.

## 3. Analisis sensitivitas

Pada kasus transportasi sering terdapat kemungkinan perubahan data input seperti berubahnya biaya transportasi dari suatu sumber ke satu atau beberapa tujuan. Ataupun berubahnya supply suatu sumber oleh karena sesuatu hal. Solusi semula (cara pengalokasian barang yang optimum) akan dapat berubah, sehingga harus dilakukan perhitungan kembali apakah rencana pendistribusian semula harus diperbaiki atau masih dapat dipertahankan. Kondisi seperti ini memaksa pembuat keputusan mengevaluasi rencana semula dengan analisis sensitivitas.

Penggunaan solver dalam analisis sensitivitas menjadi sangat mudah. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti data yang berubah dan tekan tombol solve, maka rencana (solusi) baru akan muncul dalam beberapa detik.

Analisis 1 : Asumsikan pada persoalan transportasi di atas terdapat perubahan ongkos dari S1 ke D1 menjadi 20, maka solusi baru adalah total ongkos menjadi 804 dan pengalokasian barang tidak berubah.

Analisis 2 : Asumsikan besarnya ongkos per unit dari S3 ke D4 menjadi 35, maka akan terjadi perubahan cara pengalokasian barang. Solusi dengan total ongkos pendistribusian yang minimum adalah :

- Dari S1 ke D4 sebanyak 7 satuan
- Dari S2 ke D2 sebanyak 3 satuan, ke D3 sebanyak 7 satuan



- Dari S3 ke D1 sebanyak 5 satuan, ke D2 sebanyak 5 satuan dan ke D4 sebanyak 8 satuan.
- Total ongkos transportasi sebesar 984.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian pada aplikasi solver add-ins maka penulis mengambil beberapa kesimpulan :

1. Solver add-ins dapat digunakan oleh para pengambil keputusan dalam pengalokasian barang yang akan didistribusikan secara optimal, yang dalam hal ini total biaya distribusi minimum.
2. Penggunaan solver add-ins mudah dipelajari dan aplikasinya mudah didapat.
3. Perubahan-perubahan data input tidak selamanya merubah keputusan, dan untuk mengetahui berubah atau tidaknya dapat dilakukan melalui analisis sensitivitas pada solver add-ins.

## Referensi

- [1]. Swastha, B., 1999, *Saluran Pemasaran*, Edisi Satu, Cetakan Keenam, Penerbit BPFE, Yogyakarta.
- [2]. Turban, E., et al., 2005, *Decision Support Systems and Intelligent Systems (Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas)*, alih bahasa oleh: Dwi Prabantini, Edisi 7., Jilid 1, Andi, Yogyakarta.
- [3]. Krisnadi, A. dan Samuel Lukas, 2010, *Perancangan Penyelesaian Masalah Transportasi dan Transshipment menggunakan Metoda Minimum Cost dan Stepping Stone*, Simposium IPKIN - WOSOC 2010 - KOMMIT 2010, <http://openstorage.gunadarma.ac.id/~mwiryan/KOMMIT/per-artikel/02-02-001-Perancangan%5BAeron%5D.pdf>, tanggal akses : 21 Mei 2012.
- [4]. Rahman, R.F., 2011, *Simulasi Model Distribusi Beras yang Optimal di Jawa Timur*, Skripsi, Jurusan Manajemen, Fakultas Ekonomi - Universitas Islam Negeri MMI Malang
- [5]. Bowersox, D.J., D.J. Closs, B.M. Cooper, 2002, *Supply Chain Logistics Management*, McGraw-Hill, New York.
- [6]. Gupta, P.K. & D.S. Hira, 2003, *Operations Research*, 2<sup>nd</sup> Edition, S. Chand & Company Ltd, Ram Nagar, New Delhi.
- [7]. Anderson, D.R., D.J. Sweeney, and T.A. Williams, 1997, *Manajemen Sains – Pendekatan Kuantitatif Pengambilan Keputusan Manajemen*, Edisi Ke-7 , Penerbit Erlangga, Alih Bahasa : Acella A. Hermawan, Jakarta
- [8]. <http://office.microsoft.com/en-us/excel-help/load-the-solver-add-in-HP010342660.aspx?CTT=3>
- [9]. <http://www.universalteacherpublications.com/univ/ebooks/or/Ch5/modiex.htm>